

(11)特許出願公開番号

特開平9-85585

(43)公開日 平成9年(1997)3月31日

### 技術表示箇所

D

$$\mathbf{z}$$

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 12 頁)

特願平7-242716

平成7年(1995)9月21日

日信工業株式会社

長野県上田市大字国分840番地

長野県上田市大字国分840番地 日信工業  
株式会社内

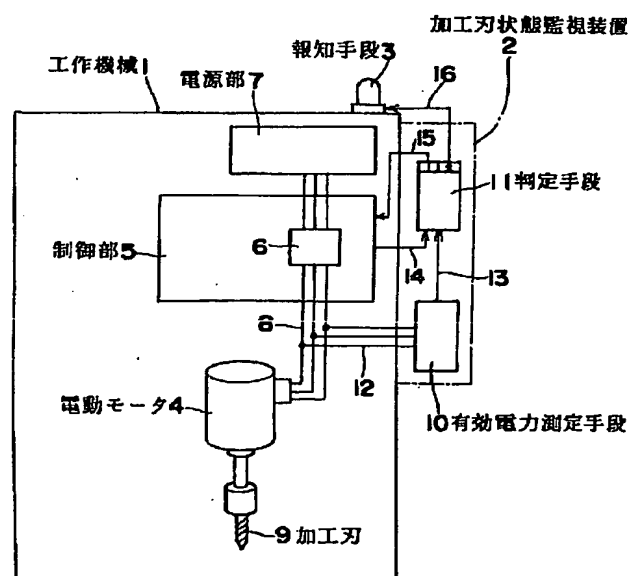
(74)代理人 弁理士 木戸 一彦 (外1名)

(54)【発明の名称】 工作機械用加工刃の状態監視方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 加工刃の折損や、折損前の構成刃先、刃こぼれ、傷や、切粉等の異物の巻き込み、切削油の濃度低下による過負荷等の異常や、使用限界を精度よく検出加工刃の異常な状態を検出できるようにする。加工への時間的影響をなくし、加工サイクルの短縮を図る。検出装置としての摩耗部品を省略して、作動不良をなくす。水溶性の切削油との併用を可能とする。加工中の微震動の影響をなくす。繰返し測定を可能とする。

【解決手段】 加工刃 9 が動力として使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフ G 2 として測定する有効電力測定手段 1 0 と、ピーク値上限判定値 A 及びピーク値下限判定値 B 及び刃折れ判定値 C とが入力されていて、有効電力測定手段 1 0 から受けた実測グラフ G 2 中の実測ピーク値 P 2 が、ピーク値上限判定値 A とピーク値下限判定値 B と刃折れ判定値 C のいずれかに該当したことを判定する判定手段 1 1 と、判定手段 1 1 の判定を受けて、報知手段 3 の作動や工作機械 1 の作動停止を行なう制御手段とを備える。



**BEST AVAILABLE COPY**

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工物の加工を行なう工作機械用加工刃の状態を監視する方法において、前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程に、正常な加工刃(9)が動力として使用する有効電力の加工負荷の波形変化を基準グラフ(G1)として測定し、該基準グラフ(G1)の基準ピーク値(P1)を挟んだ上下に、前記加工刃(9)の過負荷を示すピーク値上限判定値(A)と、加工刃(9)の刃先不良を示すピーク値下限判定値

(B)とを設定して、これらピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)との間を前記加工刃(9)の正常域(D)となすと共に、前記ピーク値下限判定値(B)の下位に、前記加工刃(9)の折損を示す刃折れ判定値(C)を設定して、該刃折れ判定値(C)と前記ピーク値上限判定値(A)及びピーク値下限判定値

(B)とを判定手段(11)に入力し、前記加工刃(9)が1工程中に使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフ(G2)として測定し、該実測グラフ(G2)を前記判定手段(11)に入力して、実測グラフ(G2)中の実測ピーク値(P2)が前記加工刃(9)の正常域(D)を外れて、前記ピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)と刃折れ判定値(C)のいずれかに該当したことを判定手段(11)が判定した場合に、警報音や警告灯等の報知手段の起動や工作機械の作動停止を行なうことを特徴とする工作機械用加工刃の状態監視方法。

【請求項2】 被加工物の加工を行なう工作機械用加工刃の状態を監視する方法において、前記加工刃(9)が前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程を行なう前に、前記加工刃(9)が動力として使用する有効電力の空転負荷(E)を一定時間測定して空転負荷平均値(F)を算出し、該空転負荷平均値(F)に、予め設定された前記加工刃(9)の過負荷を示すピーク値上限判定値(A)と、加工刃(9)の刃先不良を示すピーク値下限判定値(B)と、該ピーク値下限判定値(B)の下位で加工刃(9)の折損を示す刃折れ判定値(C)の各定数をそれぞれ乗じて、ピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)と刃折れ判定値(C)とを決定すると共に、これらピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)と刃折れ判定値(C)とを判定手段(11)に入力し、前記加工刃(9)が前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程に使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフ(G2)として測定し、該実測グラフ(G2)を前記判定手段(11)に入力して、実測グラフ(G2)中の実測ピーク値(P2)が、前記ピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)との間の加工刃(9)の正常域(D)を外れて、ピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)と刃折れ判定値(C)のいずれかに該当したことを判定手段(11)が判定した場合に、警報音や警告灯

等の報知手段の起動や工作機械の作動停止を行なうことを特徴とする工作機械用加工刃の状態監視方法。

【請求項3】 前記判定手段(11)に、前記加工刃(9)の加工負荷上昇判断値(J)を入力しておき、前記1工程毎の実測グラフ(G2)中の実測ピーク値(P2)を加算して、所定数の実測ピーク値(P2)から実測ピーク平均値(P3)を算出し、該実測ピーク平均値(P3)を前記判定手段(11)の加工負荷上昇判断値(H)と比較して、該判定手段(11)が実測ピーク平均値(P3)を前記判定手段(11)の加工負荷上昇判断値(H)を越えたことを判定した場合に、前記警報音や警告灯等の報知手段の起動や工作機械の作動停止を行なうことを特徴とする請求項1または2に記載の工作機械用加工刃の状態監視方法。

【請求項4】 加工刃(9)の作動によって被加工物の加工を行なう工作機械用加工刃の状態を監視する装置において、前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程に、前記加工刃(9)が動力として使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフ(G2)として測定する有効電力測定手段(10)と、前記加工刃(9)の過負荷を示すピーク値上限判定値(A)及び、加工刃(9)の刃先不良を示すピーク値下限判定値(B)及び、該ピーク値下限判定値(B)の下位で、前記加工刃(9)の折損を示す刃折れ判定値(C)とが入力されていて、前記有効電力測定手段(10)から受けた実測グラフ(G2)中の実測ピーク値(P2)が、前記ピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)との間の加工刃(9)の正常域(D)から外れて、前記ピーク値上限判定値(A)とピーク値下限判定値(B)と刃折れ判定値(C)のいずれかに該当したことを判定する判定手段(11)と、該判定手段(11)の判定を受けて、報知手段の作動や工作機械の作動停止を行なう制御手段とを備えたことを特徴とする工作機械用加工刃の状態監視装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、旋盤のバイトやボール盤のドリル、フライス盤のフライスカッタ等の加工刃を電動モータで駆動する各種工作機械にあって、切削や穴開けの加工を行なう前記加工刃の状態を常時監視して、加工刃の正常な状態或いは折損や刃先不良、過負荷、摩耗等の異常や、使用限界による交換時期を検出するようにした工作機械用加工刃の状態監視方法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】旋盤に用いるバイト等の工作機械用の加工刃にあっては、加工中に構成刃先や刃こぼれ、切粉等の巻き込みによる過負荷や折損等の異常を生じたり、使用限界に到達した場合に、作業者が刃物異常に気付かず加工を継続して不良品を出してしまうことがある。

(3)

3

特に、作業者が加工状態や加工済み品を目視できない状態にあったり、工作機械が大量数を連続加工する自動機であった場合には、大量の不良品を発生することとなるため、加工刃の状態を常時監視できるようにした監視装置が提案されている。

【0003】この監視装置には、①センサバーを加工刃に取付けるタッチセンサ方式や、②加工刃と被加工物との間に微弱電流を流す漏電方式、③加工刃の折損時に発生する振動を検出する振動方式、④光や赤外線等を用いたリング状のセンサに加工刃を接近させたり内部に挿通させるリングセンサ方式等がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このうち、①のタッチセンサ方式では、a. センサバーが加工刃へタッチ動作を行なう分、加工サイクルが長くなる。b. タッチ動作を加工毎に行なうため、センサバーが著しく摩耗したり作動不良になることが多い。c. センサバーの動作タイミングの調整がむずかしい。d. 被加工物と接触する刃先にはセンサバーをタッチさせることができないので、刃先折れは検出できない。e. 加工刃の治具にガイドブッシュがあると、センサバーを取付けできない。という不具合がある。

【0005】また②の漏電方式では、a. 加工刃と被加工物とに通電するため、水溶性の切削油との併用は好ましくない。③の振動方式では、a. 正常な加工中での微震動と区別することがむずかしい。b. 加工刃の折損しか検出できない。c. 振動測定物である刃物が折損する際に発生する振動を監視するため、折損の検出が一度しか行なえない。④のリングセンサ方式では、a. 精度が悪い。b. 加工刃の中間が折損した場合には検出できない。等の不具合がある。

【0006】更に、これら方式の殆どが、加工刃の折損を検出するのみの折損監視装置であって、折損前の構成刃先、刃こぼれや傷、切粉等の異物の巻き込み、切削油の濃度低下による過負荷等の異常や、使用限界を検出することは殆どできず、不良品の大量発生を未然に回避する有効な手段とはなり得なかった。しかも、高価な加工刃を折損の度に交換しているとコストアップにつながるため、不要な交換は極力避けたい。

【0007】そこで本発明者は、加工刃が被加工物を加工する際に、電動モータからの有効電力が、被加工物の加工開始から加工終了までの1工程の間に変化し、更にこの有効電力が、被加工物の切削等で加工刃にかかる負荷に対しての変化率が高い点に着目し、この有効電力の変化を監視して、加工刃に対する加工負荷の僅かな変化を知ることにより、加工刃の折損はもとより、折損前の加工刃の異常な状態をも検出することのできる経済性に優れた工作機械用加工刃の状態監視方法とその装置を提供しようとするものである。

【0008】

4

【課題を解決するための手段】上述の目的に従い、本発明の工作機械用加工刃の状態を監視する第1の方法として、被加工物の加工を行なう工作機械用加工刃の状態を監視する方法において、前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程に、正常な加工刃が動力として使用する有効電力の加工負荷の波形変化を基準グラフとして測定し、該基準グラフの基準ピーク値を挟んだ上下に、前記加工刃の過負荷を示すピーク値上限判定値と、加工刃の刃先不良を示すピーク値下限判定値とを設定して、これらピーク値上限判定値とピーク値下限判定値との間を前記加工刃の正常域となすと共に、前記ピーク値下限判定値の下位に、前記加工刃の折損を示す刃折れ判定値を設定して、該刃折れ判定値と前記ピーク値上限判定値及びピーク値下限判定値とを判定手段に入力し、前記加工刃が1工程中に使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフとして測定し、該実測グラフを前記判定手段に入力して、実測グラフ中の実測ピーク値が前記加工刃の正常域を外れて、前記ピーク値上限判定値とピーク値下限判定値と刃折れ判定値のいずれかに該当したことを判定手段が判定した場合に、警報音や警告灯等の報知手段の起動や工作機械の作動停止を行なう。

【0009】また、本発明の第2の方法として、被加工物の加工を行なう工作機械用加工刃の状態を監視する方法において、前記加工刃が前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程を行なう前に、前記加工刃が動力として使用する有効電力の空転負荷を一定時間測定して空転負荷平均値を算出し、該空転負荷平均値に、予め設定された前記加工刃の過負荷を示すピーク値上限判定値と、加工刃の刃先不良を示すピーク値下限判定値と、該ピーク値下限判定値の下位で加工刃の折損を示す刃折れ判定値の各定数をそれぞれ乗じて、ピーク値上限判定値とピーク値下限判定値と刃折れ判定値とを決定すると共に、これらピーク値上限判定値とピーク値下限判定値と刃折れ判定値とを判定手段に入力し、前記加工刃が前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程に使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフとして測定し、該実測グラフを前記判定手段に入力して、実測グラフ中の実測ピーク値が、前記ピーク値上限判定値とピーク値下限判定値との間の加工刃の正常域を外れて、ピーク値上限判定値とピーク値下限判定値と刃折れ判定値のいずれかに該当したことを判定手段が判定した場合に、警報音や警告灯等の報知手段の起動や工作機械の作動停止を行なう。

【0010】上記第1または第2の方法の判定手段に、加工刃の加工負荷上昇判断値を入力しておき、1工程毎の実測グラフ中の実測ピーク値を加算して、所定数の実測ピーク値から実測ピーク平均値を算出し、該実測ピーク平均値を前記判定手段の加工負荷上昇判断値と比較して、該判定手段が実測ピーク平均値を前記判定手段の加工負荷上昇判断値を越えたことを判定した場合に、前記

(4)

5

警報音や警告灯等の報知手段の起動や工作機械の作動停止を行なうこともできる。

【0011】更に、本発明の工作機械用加工刃の状態監視装置として、加工刃の作動によって被加工物の加工を行なう工作機械用加工刃の状態を監視する装置において、前記被加工物の加工開始から加工終了までの1工程に、前記加工刃が動力として使用する有効電力の加工負荷の波形変化を実測グラフとして測定する有効電力測定手段と、前記加工刃の過負荷を示すピーク値上限判定値及び、加工刃の刃先不良を示すピーク値下限判定値及び、該ピーク値下限判定値の下位で、前記加工刃の折損を示す刃折れ判定値とが入力されていて、前記有効電力測定手段から受けた実測グラフ中の実測ピーク値が、前記ピーク値上限判定値とピーク値下限判定値との間の加工刃の正常域から外れて、前記ピーク値上限判定値とピーク値下限判定値と刃折れ判定値のいずれかに該当したことを判定する判定手段と、該判定手段の判定を受けて、報知手段の作動や工作機械の作動停止を行なう制御手段とを備えている。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一形態を図面に基づいて説明する。図中、図1は工作機械と加工刃状態監視装置の説明図、図2及び図3は、それぞれ加工刃が動力として使用する有効電力の波形変化を示すもので、図2は絶対値測定の場合の有効電力の波形図、図3は相対値測定の場合の有効電力の波形図、図4は実測ピーク値が正常域とピーク値上限判定値以上とピーク値下限判定値以下に位置した場合の説明図、図5は実測ピーク値が刃折れ判定値以下に位置した場合の説明図、図6は加工回数と有効電力の関係図、図7及び図8は、被加工物の加工工程を示すフローチャートで、図7は絶対値測定に基づくフローチャート、図8は相対値測定に基づくフローチャートである。

【0013】図1に示す工作機械1には、加工刃の状態監視装置2と報知手段3が、オペレータの作業位置から確認し易い適宜箇所に付設されている。工作機械1は、旋盤やボール盤、フライス盤等であって、内部には電動モータ4が制御部5の電磁開閉器6と電源部7とに三相配線8にて接続されており、被加工物の切削や穴開け加工を行なうバイトやドリル、フライスカッタ等の加工刃9を、電動モータ4によって駆動するようになっている。

【0014】加工刃状態監視装置2は、加工刃9の情報を電動モータ4から取り込んで測定する有効電力測定手段10と、該有効電力測定手段10からの有効電力情報を受けて、加工刃9の摩耗レベルを判定する判定手段11と、該判定手段11内に一体に組み込まれ、且つ判定手段11の判定に基づいて、報知手段3の起動または工作機械1の作動停止を指令する図示しない制御手段とからなっており、上記加工刃9の折損や刃先不良、過負

6

荷、摩耗等の異常や、使用限界による交換時期等の良否を常時監視している。また報知手段3は、例えばパトライト等の警告灯やアラーム等の警報音であって、加工刃9の過負荷や刃先異常、刃折れ等が異常内容毎に設定される。

【0015】有効電力測定手段10は、三相配線8、12を用いて電動モータ4と接続され、また配線13にて判定手段11と接続されており、電動モータ4が加工刃9を作動する際の有効電力の変化、即ち加工刃9が被加工物の加工に動力として使用する有効電力情報を電動モータ4から有効電力測定手段10に取り込んで、常時判定手段11へ入力するようになっている。判定手段11は、工作機械1の制御部5と配線14にて接続されており、加工刃9による加工時には、制御部5から配線13を通してトリガ信号を判定手段11へ取り込み、該判定手段11で加工刃9の摩耗レベルを判定する。

【0016】また判定手段11と一体の制御手段は、工作機械1の制御部5と報知手段3のそれぞれと配線15、16にて接続されており、判定手段11で出された加工刃9の摩耗レベルに応じて、加工刃9を駆動する電動モータ4の回転を停止するか、或いは報知手段3を起動するかのいずれかの指令を行なうようになっている。この判定手段11には、図2の絶対値測定及び図3の相対値測定と、図6の加工負荷上昇判断値Hとが入力され、絶対値測定と相対値測定の判断値A～Cに基づいて、加工刃9の折損や刃先不良、過負荷、摩耗等の異常が判定され、また加工負荷上昇判断値Hに基づいて、加工刃9の使用限界が判定される。

【0017】図2及び図3の測定図は、加工刃9が被加工物の加工に用いる有効電力の加工負荷を、有効電力測定手段10で波形変化として測定したもので、有効電力の波形変化は、トリガポイントの検出から加工刃9が加工を開始するまでの待機期間T1と、該加工刃9が被加工物の加工開始から加工を終えるまでの1工程分の加工負荷測定期間T2とを持っている。

【0018】このうち、図2の絶対値測定では、加工負荷測定期間T2として、1工程終了後の電動モータ4のアイドリング運転状態である有効電力の空転負荷Eと電動モータ4の電源OFFまでが含まれている。そして、まず加工刃9の判定値を決めるための基準ピーク値P1の測定が、正常な加工刃9を用いて有効電力測定手段10によって行なわれる。この測定は、加工負荷測定期間T2での正常な加工刃9を用いた有効電力の加工負荷を基準グラフG1として測定し、加工負荷測定期間T2での1工程終了後に、基準グラフG1から最大有効電力値である基準ピーク値P1を取り出す。

【0019】次に、上述の測定に基づいて、基準ピーク値P1を挟んだ上下に、加工刃9の過負荷を示すピーク値上限判定値Aと、加工刃9の刃先不良を示すピーク値下限判定値Bとを設定して、これらピーク値上限判定値

50

(5)

7

Aとピーク値下限判定値Bとの間を、加工刃9の使用許容範囲である正常域Dとなし、更にピーク値下限判定値Bの下位に、加工刃9の折損を示す刃折れ判定値Cを設定する。判定値A～Cのレベルと正常域Dの範囲は、加工刃9の耐久性能を基に設定され、これらを絶対値測定プログラムの基本データとして判定手段11に入力する。

【0020】上述の絶対値プログラムを用いて加工刃9の状態を監視する場合に、加工負荷測定期間T2において加工刃9が1工程中使用する有効電力の加工負荷の波形変化を、実測グラフG2として有効電力測定手段10で測定し、この実測グラフG2を判定手段11に入力する。そして、加工負荷測定期間T2ののち、判定手段11で実測グラフG2中の実測ピーク値P2が、基本データの判定値A～Cと比較され、判定手段11にて加工刃9の異常が検出された場合には、制御手段を作動して報知手段3の起動や工作機械1の作動停止を行なう。

【0021】図3に示す相対値測定では、前回の加工負荷測定期間T2後から次の加工負荷測定期間T2までの間、即ち加工刃9が、加工負荷測定期間T2で被加工物の加工開始から加工終了までの1工程を行なう直前に、加工刃9の判定値を決めるための空転負荷測定期間T3が設定される。この空転負荷測定期間T3では、電動モータ4のアイドル運転状態である有効電力の空転負荷Eを有効電力測定手段10で測定して、判定手段11で空転負荷平均値Fを算出し、該判定手段11において、予め設定された加工刃9の過負荷を示すピーク値上限判定値Aと、加工刃9の刃先不良を示すピーク値下限判定値Bと、該ピーク値下限判定値Bの下位で加工刃9の折損を示す刃折れ判定値Cの各係数X、Y、Zを空転負荷平均値Fにそれぞれ乗じて、ピーク値上限判定値Aとピーク値下限判定値Bと刃折れ判定値Cを決定する。

【0022】ピーク値上限判定値Aとピーク値下限判定値Bとの間には、上述の絶対値測定の場合と同様に、加工刃9の使用許容範囲である正常域Dが決められ、空転負荷平均値Fと相対して求めた判定値A～Cと正常域Dの範囲とが、絶対値プログラムとして判定手段11に入力される。

【0023】上述の相対値プログラムを用いて加工刃9の状態を監視する場合に、加工刃9が被加工物の1工程を行なう加工負荷測定期間T2直前の空転負荷測定期間T3に、有効電力の空転負荷Eを有効電力測定手段10で測定し、更に判定手段11でこの空転負荷Eから空転負荷平均値Fを算出して、空転負荷平均値Fに判定値A～Cの係数を乗じて判定値A～Cと正常域Dの範囲を決定する。そして、加工負荷測定期間T2で実測グラフG2を測定し、加工負荷測定期間T2の後に実測グラフG2中の実測ピーク値P2を判定値A～Cと比較され、判定手段11にて加工刃9の異常が検出された場合には、制御手段を作動して報知手段3の起動や工作機械1

8

の作動停止を行なう。

【0024】次に、図2及び図3の測定図による判定を、図4と図5に基づいて説明する。先ず図4では、加工負荷測定期間T2での1加工で、加工刃9が実際に被加工物を加工した時の有効電力の加工負荷を、3種類の実測グラフG2-1、G2-2、P2-3で示しており、加工負荷測定期間T2での1加工終了後に、それぞれの実測グラフG2-1～3からピーク値P2-1、P2-2、P2-3が測定される。

【0025】このうち、実線で示す実測グラフG2-1では、ピーク値P2-1がピーク値上限判定値Aとピーク値下限判定値Bとの間の正常域Dに位置しており、判定手段11が加工刃9が正常であると判断する。またピーク値P2-2が、ピーク値上限判定値Aよりも上位に位置する破線の実測グラフG2-2では、判定手段11が加工刃9に切粉の巻き込みや切削油の濃度異常等による過負荷を検出する。更に、ピーク値P2-3がピーク値下限判定値Bよりも下位に位置する一点鎖線の実測グラフG2-3では、判定手段11が加工刃9に刃こぼれや刃先傷、構成刃先等を起因とする刃先不良の発生を検出する。

【0026】図5では、先の1工程で加工刃9が過負荷によって折損した場合を(A)の実測グラフG2-4に、また次の工程でこの折損を測定する場合を(B)の実測グラフG2-4にそれぞれ示している。図5(A)の先の1工程では、加工刃9が過負荷によってピーク値P2-4で折損すると、有効電力は加工負荷を失って刃折れ判定値C以下の空転負荷Eのままとなり、1工程を終える。次に、図5(B)の次工程に入ると、加工刃9が折損状態であるため、有効電力は空転負荷Eのまま刃折れ判定値Cへ到達しないから、次工程終了後に判定手段11が加工刃9に折損を生じたと判定する。

【0027】また、加工刃9の使用限界の判定には、前述の如く図6に示す加工負荷上昇判断値Hが用いられる。この加工負荷上昇判断値Hは、加工刃9の性能や加工内容を基に、加工刃9の耐久性を、有効電力の加工負荷の値に置き換えて判定手段11に入力しておく。そして、有効電力測定手段10から送られる加工毎の実測ピーク値P2を判定手段11に記録して、所定数nの実測ピーク値P2から実測ピーク平均値P3を算出し、該実測ピーク平均値P3を加工負荷上昇判断値Hと比較する。

【0028】実測ピーク平均値P3に用いる各実測ピーク値P2は、上述の絶対値測定や相対値測定プログラムの正常域Dにあり、実測ピーク値P2が正常域Dを上下に外れた場合には、上述の如く判定手段11と制御手段とによって異常が報知される。また実測ピーク平均値P3は、加工数を増す毎に、所定数の実測ピーク値P2の中から最も古い値を捨てながら、常に新しい値を取り込んで算出される。従って、新品交換時の加工刃9も、加

9

工数を重ねるに従って次第に摩耗して行くから、常に新しい実測ピーク値P2を取り込んで算出される実測ピーク平均値P3は、徐々に加工負荷上昇判断値Hへ近づいて行く。そして、実測ピーク平均値P3が加工負荷上昇判断値Hを越えたことを判定手段11が判定した場合には、制御手段を作動して報知手段3を起動したり、或いは工作機械1の作動を停止して、加工刃9が使用限界に到達したことを報知する。

【0029】加工刃9の判定には、判定手段11に入力した上述の2つのプログラムのうちのいずれか一方が選択される。例えば、図2の絶対値測定は、有効電力の空転負荷Eと、有効電力の加工負荷を実測した実測グラフG2の実測ピーク値P2との開きが、空転負荷Eのバラ付きを無視できるほど大きい場合に用いられ、また図3の相対値測定は、有効電力の空転負荷Eと実測ピーク値P2との開きがさほどなく、有効電力の空転負荷Eにバラ付きがあったり、或いは空転負荷Eの変動に伴って加工負荷が上下へ変動するなどの原因で、実測ピーク値P2が測定しにくい場合に用いられる。従って、図3の相対値測定では、有効電力の空転負荷Eから空転負荷平均値Fを求めて、この空転負荷平均値Fに基づく判定値A〜Cと正常域Dの範囲の設定が、加工負荷測定期間T2で被加工物の1工程を行なう直前毎に行なわれる。

【0030】次に、上述のように構成される加工刃状態監視装置2の更に具体的な2つの作動例を、図7及び図8のフローチャートを用いて説明する。図7のフローチャートには、図2の絶対値測定による基本データと、図6で設定した加工負荷上昇判断値Hとを組合わせた絶対値測定プログラムが入力され、また図8のフローチャートには、図3の相対値測定による基本データと、図6で設定した加工負荷上昇判断値Hとを組合わせた相対値測定プログラムが入力されている。前述の如く加工刃9の判定には、判定手段11に入力した上述の2つのプログラムのうちのいずれか一方が選択される。尚、これらのフローチャートを説明するに当たり、図1〜図6を適宜参照するものとする。

【0031】絶対値測定プログラムを用いた図7のフローチャートは、ステップS1でプログラムがスタートすると電動モータ4が立ち上がり、ステップS2でトリガポイントを検出してステップS3で待機期間T1を待機したのちステップS4に入り、加工刃9が被加工物の1加工で使用する有効電力の加工負荷を、有効電力測定手段10が実測グラフG2として測定を開始する。そして、ステップS5で加工負荷測定期間T2の間実測グラフG2を測定し、ステップS6に入って測定を終了したのち、ステップS7で実測グラフG2から最大有効電力である実測ピーク値P2が取り出される。

【0032】ステップS8の刃物折れ判定では、判定手段11で実測ピーク値P2と刃折れ判定値Cとを比較し、実測ピーク値P2が刃折れ判定値Cと同じか小さい

(6)

10

場合、即ち $P2 \leq C$ の場合には、ステップS9に入って報知手段11である刃折れランプを点灯する。また、実測ピーク値P2が刃折れ判定値Cよりも大きい場合、即ち $P2 > C$ の場合には、ステップS10の刃先異常判定に入って、判定手段11で実測ピーク値P2とピーク値下限判定値Bとを比較し、実測ピーク値P2がピーク値下限判定値Bと同じか小さい場合、即ち $P2 \leq B$ の場合には、ステップS11に入って報知手段11である刃先異常ランプを点灯する。

【0033】また、実測ピーク値P2がピーク値下限判定値Bよりも大きい場合、即ち $P2 > B$ の場合には、ステップS12の過負荷判定に入って、判定手段11で実測ピーク値P2とピーク値上限判定値Aとを比較する。そして、実測ピーク値P2がピーク値上限判定値Aと同じか大きい場合、即ち $P2 \geq A$ の場合には、ステップS13に入って報知手段11である過負荷ランプを点灯し、また実測ピーク値P2がピーク値上限判定値Aよりも小さい場合、即ち $P2 < A$ の場合には、そのままステップS16の加算処理へ移行する。また、上述のステップS9、S11、S13で各ランプが点灯すると、次にステップS14に入って報知手段11であるアラーム1を出力作動し、更にステップS15に入って工作機械1の作動を停止する。

【0034】ステップS16の加算処理では、加工刃9の摩耗度を測定して平均値を出すための実測ピーク値P2が加算され、ステップS17の加算回数で実測ピーク値P2の加算回数が所定数nに満たない場合には、そのまま1加工分のプログラムを終了する。また、ステップS17での加算回数が所定数nに足りている場合には、前述のように実測ピーク値P2の中から最も古い値を捨てながら新しい値を取り込んで、所定数nの実測ピーク値P2から実測ピーク平均値P3算出し、この実測ピーク平均値P3をステップS18の加工負荷判定で加工負荷上昇判断値Hと比較して、加工刃9の摩耗レベルの判定が行なわれる。

【0035】そして、実測ピーク平均値P3が加工負荷上昇判断値Hと同じか大きい場合、即ち $P3 \geq H$ の場合には、ステップS19に入って報知手段3である摩耗ランプを点灯すると共に、ステップS20で報知手段3のアラーム2を作動し、実測ピーク平均値P3が加工負荷上昇判断値Hよりも小さい場合、即ち $P3 < H$ の場合には、そのまま1加工分のプログラムを終了する。

【0036】相対値測定プログラムを用いた図8のフローチャートは、ステップS1でプログラムがスタートすると電動モータ4が立ち上がり、トリガポイントの検出が外部信号の場合に、ステップS2で外部信号を検出して、ステップS3で待機期間T1と加工負荷測定期間T2を待機する。そして、ステップS4から空転負荷Eの測定を開始し、ステップS5でトリガポイントを検出して、ステップS6に入って待機期間T1を待機したの

(7)

11

ち、ステップS 7で空転負荷Eの測定を終了し、ステップS 8で空転負荷Eに基づく空転負荷平均値Fが算出される。

【0037】ステップS 9では、電動モータ4やベアリング、駆動伝達部等の異常が空転負荷Eの異常として判定され、空転負荷異常と判定された場合には、ステップS 10で報知手段3である空転負荷異常ランプが点灯し、更にステップS 11で、同じく報知手段3であるアラーム2を出力作動する。

【0038】また、ステップS 9で空転負荷Eの異常判定がない場合には、そのままステップS 12に進み、加工刃9が被加工物の1加工で使用する有効電力の加工負荷を、有効電力測定手段10が実測グラフG 2として測定を開始する。ステップS 13では加工負荷測定期間T 2の間、有効電力測定手段10による実測グラフG 2の測定を継続し、ステップS 14に入って測定を終了したのち、ステップS 15で実測グラフG 2から最大有効電力である実測ピーク値P 2が取り出される。

【0039】ステップS 16の刃物折れ判定では、実測ピーク値P 2と空転負荷平均値F×刃折れ判定値Cの係数 $X = \text{刃折れ判定値Cとを比較し、実測ピーク値P 2が刃折れ判定値Cと同じか小さい場合、即ち} P 2 \leq F \times X = C$ の場合には、ステップS 17に入って報知手段3である刃折れランプを点灯し、また実測ピーク値P 2が刃折れ判定値Cよりも大きい場合、即ち $P 2 > F \times X = C$ には、そのままステップS 18の刃先異常判定へ進行する。

【0040】ステップS 18の刃先異常判定では、判定手段11で実測ピーク値P 2と空転負荷平均値F×ピーク値下限判定値Bの係数 $Y = \text{ピーク値下限判定値Bとを比較し、実測ピーク値P 2がピーク値下限判定値Bと同じか小さい場合、即ち} P 2 \leq F \times Y = B$ の場合には、ステップS 19に入って報知手段3である刃先異常ランプを点灯し、また実測ピーク値P 2がピーク値下限判定値Bよりも大きい場合、即ち $P 2 > F \times Y = B$ の場合には、そのままステップS 20の過負荷判定へ進行する。

【0041】ステップS 20の過負荷判定では、判定手段11で実測ピーク値P 2と空転負荷平均値F×ピーク値上限判定値Aの係数 $Y = \text{ピーク値上限判定値Aとを比較し、実測ピーク値P 2がピーク値上限判定値Aと同じか大きい場合、即ち} P 2 \geq F \times Y = A$ の場合には、ステップS 21に入って報知手段3である過負荷ランプを点灯し、また実測ピーク値P 2がピーク値下限判定値Bよりも小さい場合、即ち $P 2 < F \times Y = A$ の場合には、そのままステップS 24の加算処理へ進行する。また、上述のステップS 17、S 19、S 21で各ランプが点灯すると、次にステップS 22に入って報知手段3であるアラーム1を出力作動し、更にステップS 23に入って工作機械1の作動を停止する。

【0042】次に、ステップS 24の加算処理で実測ピ

12

ーク値P 2が加算され、ステップS 25の加算回数で実測ピーク値P 2の加算回数が所定数nに満たない場合には、そのまま1加工分のプログラムを終了する。また、ステップS 25での加算回数が所定数nに足りている場合には、実測ピーク値P 2の中から最も古い値を捨てながら新しい値を取り込んで、所定数nの実測ピーク値P 2から実測ピーク平均値P 3算出し、この実測ピーク平均値P 3をステップS 26の加工負荷判定で加工負荷上昇判断値Hと比較して、加工刃9の摩耗レベルの判定が行なわれる。

【0043】そして、実測ピーク平均値P 3が加工負荷上昇判断値Hと同じか大きい場合、即ち $P 3 \geq H$ の場合には、ステップS 27に入って報知手段3である摩耗ランプを点灯し、ステップS 28で報知手段3のアラーム2を作動し、実測ピーク平均値P 3が加工負荷上昇判断値Hよりも小さい場合、即ち $P 3 < H$ の場合には、そのまま1加工分のプログラムを終了する。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る工作機械用加工刃の状態監視方法とその装置によれば、a. センサバーを加工刃へタッチ動作させる必要がないので、加工への時間的影響が殆どなく、加工サイクルの短縮が図れる。b. タッチ動作を行わないので摩耗する部品がなく、作動不良にならない。c. 動作タイミングをとる必要がない。d. 水溶性の切削油との併用が可能となる。e. 加工中の微震動の影響を受けない。f. 測定回数に限度がなく、繰返しの測定が可能である。等の効果がある。

【0045】更に、加工刃の折損はもとより、折損前の構成刃先や刃こぼれ、傷、切粉等の異物の巻き込みや切削油の濃度低下による過負荷等の異常や、使用限界を精度よく検出することができるので、高価な加工刃を長期間有効に使用することができる。また、不良品の大量発生を未然に回避できるので、低コスト化を図りながら高い製品化率が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一形態例を示す工作機械と加工刃状態監視装置の説明図

【図2】本発明の一形態例を示す絶対値測定の場合の有効電力の波形図

【図3】本発明の一形態例を示す相対値測定の場合の有効電力の波形図

【図4】本発明の一形態例を示す実測ピーク値が正常域とピーク値上限判定値以上とピーク値下限判定値以下に位置した場合の説明図

【図5】本発明の一形態例を示す実測ピーク値が刃折れ判定値以下に位置した場合の本発明の一形態例説明図

【図6】本発明の一形態例を示す空転負荷平均値と加工負荷上昇判断値との関係図

【図7】本発明の一形態例を示す絶対値測定に基づくフ

(8)

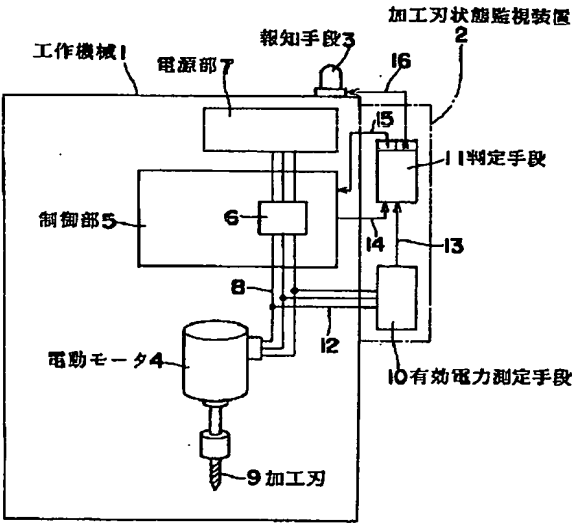
13

ローチャート  
【図8】本発明の一形態例を示す相対値測定に基づくフ  
ローチャート  
【符号の説明】  
1…旋盤やボール盤等の工作機械  
2…加工刃の状態監視装置  
3…パトライト等の警告灯やアラーム等の警報音による  
報知手段  
4…電動モータ  
5…制御部  
6…電磁開閉器  
7…電源部  
9…バイトやドリル、フライスカッタ等の加工刃  
10…有効電力測定手段  
11…判定手段  
A…ピーク値上限判定値

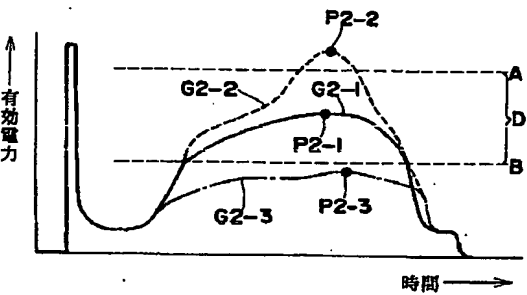
14

B…ピーク値下限判定値  
C…刃折れ判定値  
D…ピーク値上限判定値Aとピーク値下限判定値Bとの  
間の正常域  
E…有効電力の空転負荷  
F…空転負荷平均値  
G1…基準グラフ  
G2, G2-1, G2-2, P2-3…実測グラフ  
H…加工負荷上昇判断値  
10 T1…待機期間  
T2…加工負荷測定期間  
T3…空転負荷測定期間  
P1…基準ピーク値  
P2, P2-1, P2-2, P2-3…実測ピーク値  
P3…実測ピーク平均値

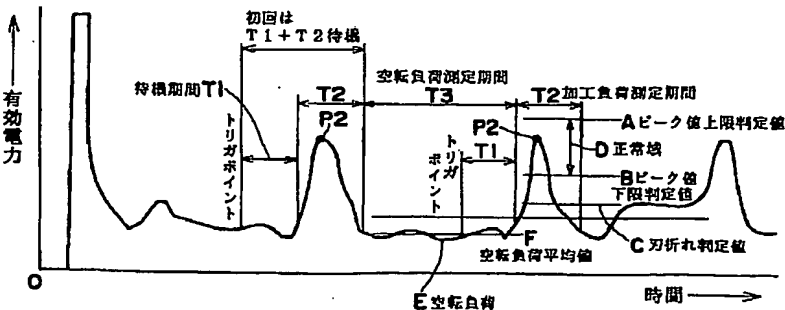
【図1】



【図4】



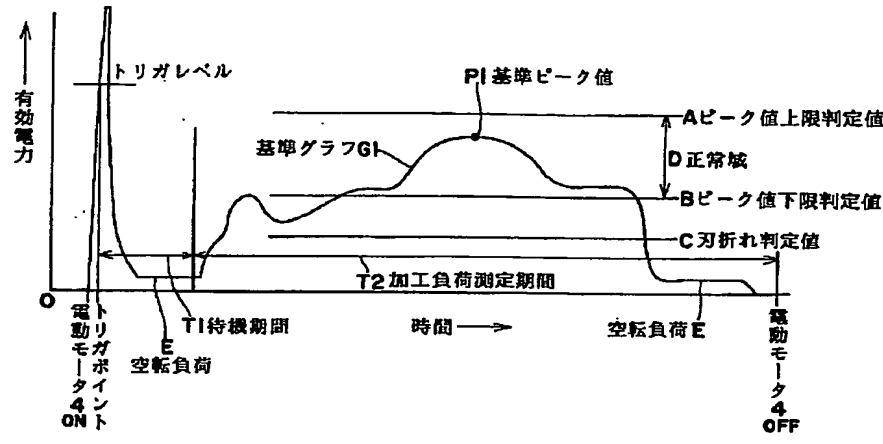
【図3】





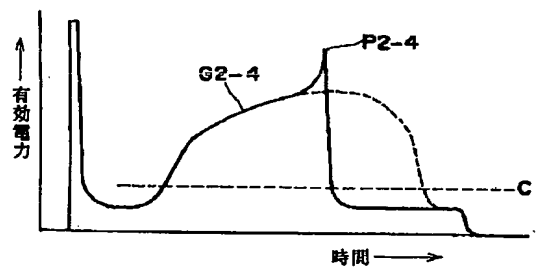
(9)

【図2】

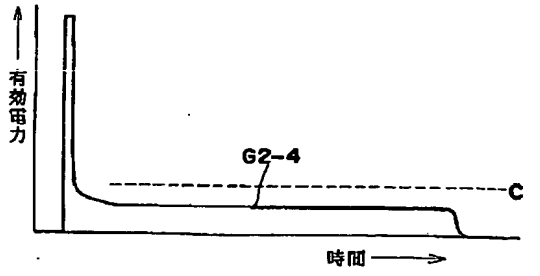


【図5】

(A)

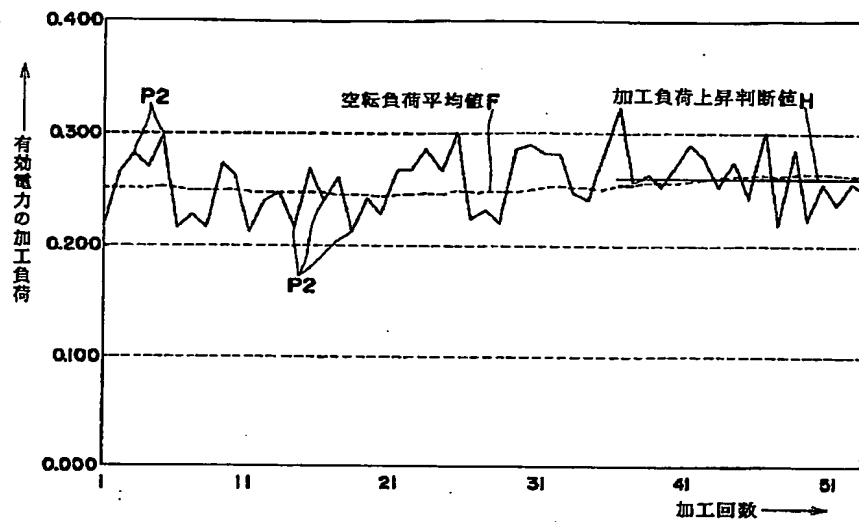


(B)



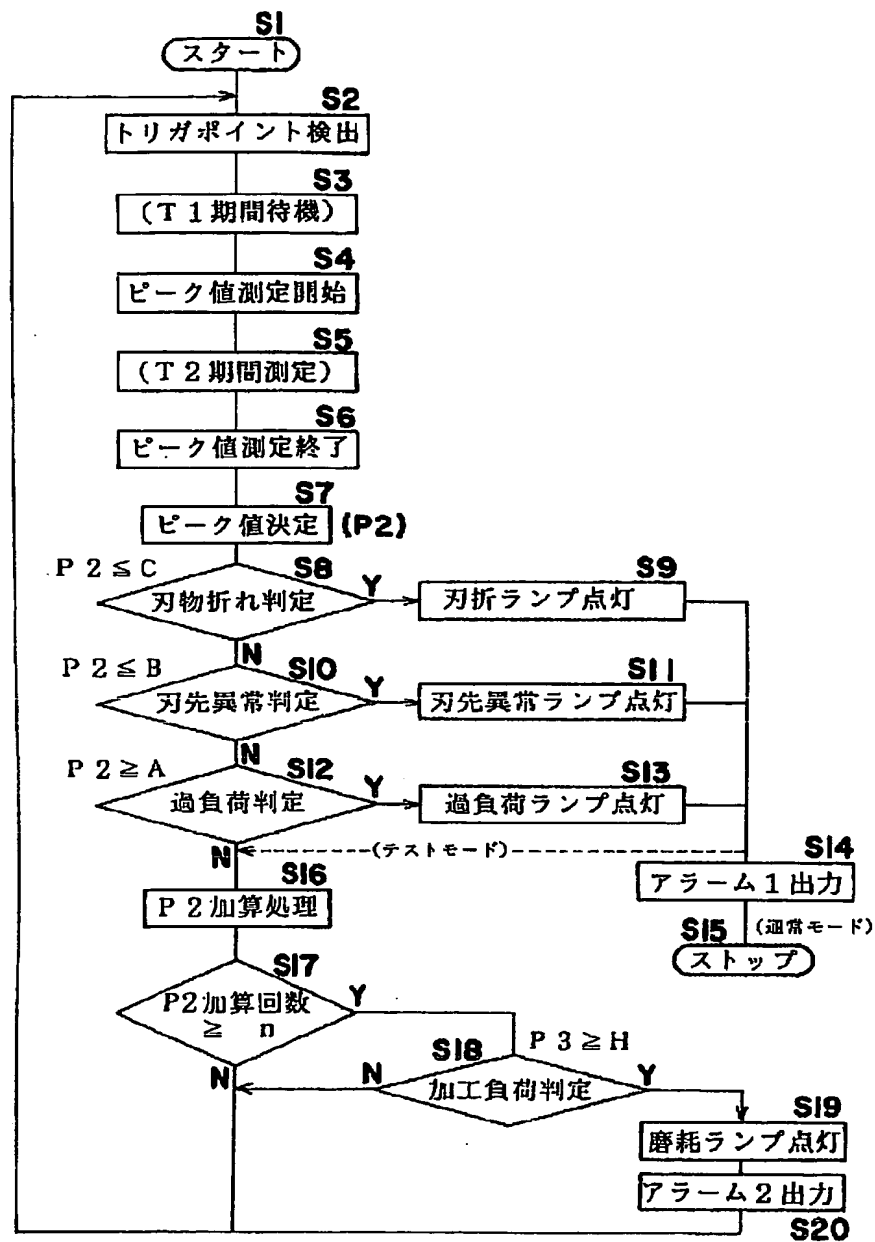
(10)

【図6】



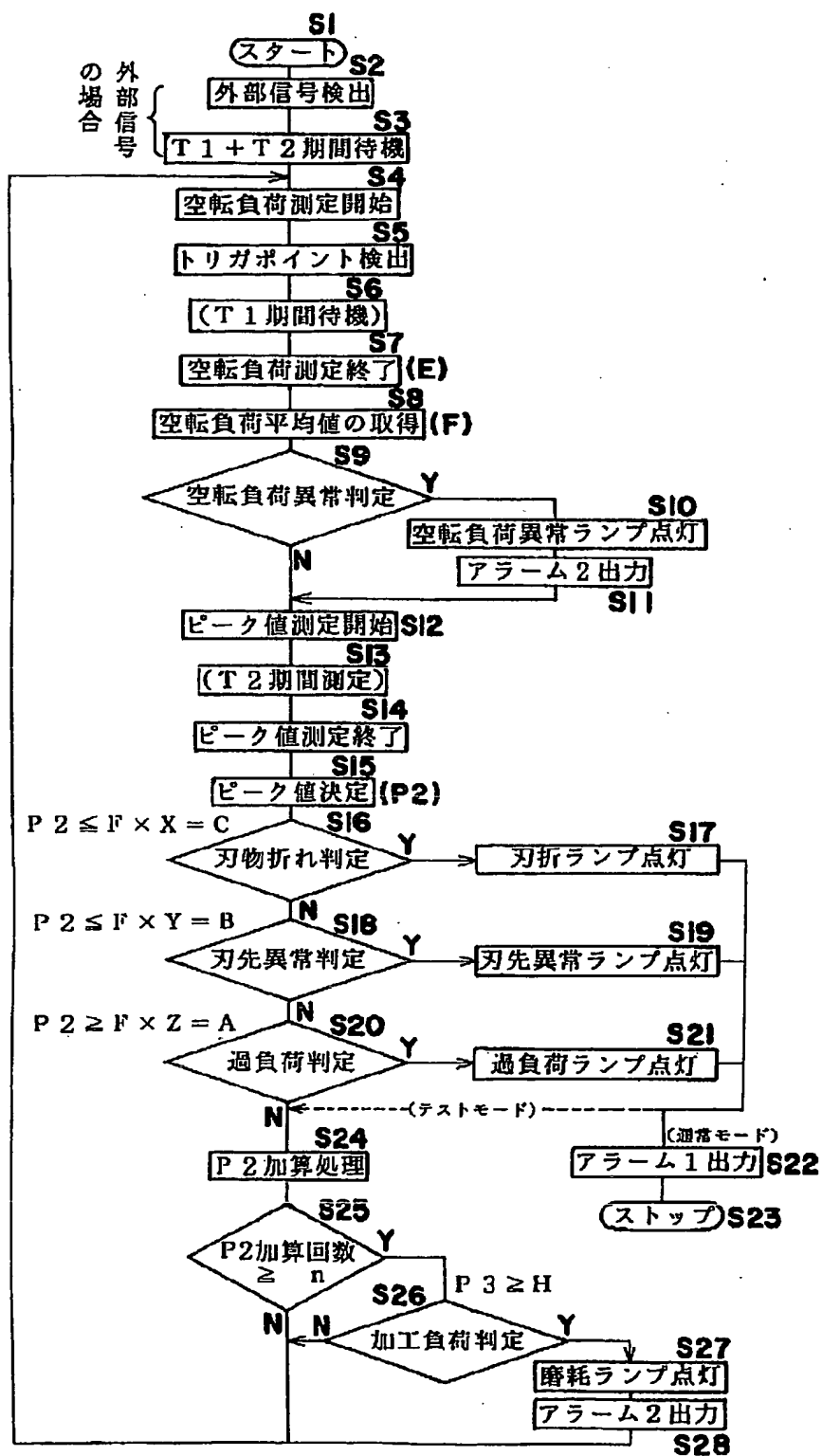
(11)

【図7】



(12)

【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ ~~GRAY~~ SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**